

# 安庆天柱山机场鸟类群落季节性变化与鸟击防范

胡超超<sup>1</sup>, 杨瑞东<sup>1</sup>, 张保卫<sup>2</sup>, 解文利<sup>1</sup>, 张晨岭<sup>3</sup>, 常 青<sup>1</sup>

(1 南京师范大学生命科学学院, 江苏 南京 210046)

(2 安徽大学生命科学学院, 安徽 合肥 230039)

(3 江苏教育学院生物系, 江苏 南京 210024)

[摘要] 在 2008 年 2 月至 2009 年 2 月间, 对安庆天柱山机场及其周边地区的鸟类种类、种群数量进行了为期一年的调查. 调查共记录到鸟类 102 种, 隶属于 12 个目 29 个科, 其中留鸟 38 种, 占总数 37.25%; 夏候鸟 28 种, 占总数 27.43%; 冬候鸟 25 种, 占总数 24.51%; 旅鸟 11 种, 占总数 14.39%. 在地理类型上, 机场地区鸟类呈现古北界与东洋界过渡地带的特点, 其中广布种 37 种, 占总数 36.27%; 东洋界种类有 34 种, 占总数 33.33%; 古北界种类 31 种, 占总数 30.39%. 在机场及周边地区, 春季观察到鸟类物种数要明显多于秋季及冬季, 春季鸟类多样性也要高于秋季与冬季. 在机场地区, 每年 5~6 月份与 10~11 月份鸟类活动比较频繁. 机场鸟击防范工作, 应该根据鸟类活动特点, 通过对重点区域栖息地的改造, 降低生物多样性, 从而减少鸟类在机场地区的活动, 避免鸟击事件的发生.

[关键词] 安庆天柱山机场, 鸟类群落, 季节性变化, 鸟击防范

[中图分类号] Q142 [文献标志码] A [文章编号] 1001-4616(2011)02-0070-08

## Seasonal Variation of Avian Community and Bird Strike Prevention in Anqing Tianzhushan Airport

Hu Chaochao<sup>1</sup>, Yang Ruidong<sup>1</sup>, Zhang Baowei<sup>2</sup>, Xie Wenli<sup>1</sup>, Zhang Chenling<sup>3</sup>, Chang Qing<sup>1</sup>

(1. School of Life Sciences, Nanjing Normal University, Nanjing 210046, China)

(2. School of Life Sciences, Anhui University, Hefei 230039, China)

(3. Department of Biology, Jiangsu Institute of Education, Nanjing 210024, China)

**Abstract** The investigation on the avian community has been carried out from Feb 2008 to Feb 2009 in Anqing Tianzhushan airport and the surrounding areas. Total of 102 species were observed, which belong to 12 families and 29 orders. There are 28 species (27.43%) of summer migrants, 11 species (14.39%) of travelers, 25 species (24.51%) of winter migrants, and 38 species (37.25%) of resident birds. The composition of bird in the area has the character of intergradations of palaearctic and oriental region, including 30.39% palaearctic realm species, 33.33% oriental realm species, and 36.27% wide spread species. The species number and the diversity in spring were higher than that in autumn and winter. The birds were more active during May to June and October to November on or near the airport. In order to prevent the bird strike effectively, the habitat modification should be promoted for reducing the bird activities, and the biodiversity should be decreased on or near the airport.

**Key words** Anqing Tianzhushan airport, avian community, seasonal dynamics, bird strike prevention

鸟撞(或称鸟击, Birdstrike)是指飞机等航空器与飞行的鸟相撞的事件. 自从人类发明飞机以来, 鸟撞问题就一直受到人们的普遍关注<sup>[1]</sup>. 随着航空业的不断发展和人们对野生动物保护的重视, 鸟撞事件逐年增多, 已成为影响安全飞行的重要隐患<sup>[2-3]</sup>, 引起了航空公司、机场及相关研究机构和专家的广泛关注<sup>[4-6]</sup>. 在机场鸟击防范研究上, 早期多集中于提高飞机抗撞性能研究<sup>[7-8]</sup>, 目前则开始注重如何发现并规

收稿日期: 2010-03-02

基金项目: 安庆天柱山机场鸟击防范研究项目、国家自然科学基金(30770315).

通讯联系人: 常青, 博士, 教授, 研究方向: 动物生态学. E-mail: changq@njnu.edu.cn

避机场地区鸟类的研究, 如使用雷达和计算机相结合的方法来探测机场及周边的鸟类活动、使用低功率的激光设备去控制机场鸟类等<sup>[9]</sup>. 如何将航空科学和生命科学相结合<sup>[10]</sup>, 从生态学的角度去掌握鸟类活动规律, 建立鸟击数据库<sup>[11]</sup>, 开展野生动物撞击风险评估<sup>[12]</sup>等, 也是鸟击防范工作所关注的问题.

研究已表明, 机场的植被组成会影响鸟类的栖息地状况<sup>[13]</sup>, 机场土壤及草丛动物群落特征会影响机场地区鸟类的组成<sup>[14-15]</sup>, 全球气候变化也会影响鸟类的迁徙, 进而对鸟击事件的发生产生影响<sup>[16]</sup>. 基于机场鸟类群落结构及栖息地物种多样性研究, 通过分析鸟类的的生活习性、区系组成和鸟类群落生态特征等, 可为机场鸟击防范措施提供科学依据<sup>[17-19]</sup>. 因此, 要有效地减少机场鸟撞的发生, 有必要对各机场的鸟类组成、习性和栖息地特征等进行研究, 分析吸引鸟类的环境因素, 通过环境整治来有效地防止鸟击事件的发生<sup>[20]</sup>.

为了保证安庆天柱山机场的飞行安全, 我们于 2008 年 2 月至 2009 年 2 月间对该机场及周边地区鸟类群落结构、物种多样性进行了调查与研究, 旨在从生态学角度为机场的鸟击防范提供科学依据.

1 研究地区与研究方法

1.1 研究地区概况

安庆天柱山机场位于安庆市偏北方向 6.7 km, 中心位置东经 117°02′48″, 北纬 30°34′59″. 机场地处长江下游北岸, 地貌丰富多样, 其西北部是大别山中低山区, 东南部为长江洲圩滩湿地, 中部丘陵起伏, 间有低山、湖泊, 属于亚热带沿江季风性湿润气候, 四季分明. 年平均气温 14.5℃~16.6℃, 年平均降水量 1300 mm~1500 mm, 无霜期约 248 d. 该地区主要有大别山森林生态系统和沿江湿地生态系统两大生态功能区, 包括国家级自然保护区——鹞落坪自然保护区和世界著名湿地——安庆沿江湿地, 物种多样性非常丰富. 机场北邻大龙山, 东邻破罡湖, 南临安庆市区内的大湖和菱湖公园, 西临石门湖, 周边有农田、河流、低山丘陵, 但多以农田与集体农庄为主, 空间异质性较高.

1.2 研究方法

1.2.1 调查方法

调查采用样点法与样线法<sup>[21]</sup>. 在机场内设置了 2 个样点 (SP1、SP2), 周边地区设置了 3 条样线 (SL1、SL2、SL3) (图 1). 样点观察半径为 100 m, 观察时间为 1 h 记录所见鸟类的种类和数量<sup>[22-24]</sup>. 样线长度 3 km, 单侧宽度为 100 m. SL1、SL2 和 SL3 分别代表着本区域典型的生境, 即农田—居民点生境、丘陵—灌丛—居民点生境、农田—湖泊湿地生境.

调查安排在清晨或傍晚 (5:00~7:00 或 16:00~18:00) 鸟类活动高峰期进行. 样带调查时步行速度一般 1~2 km/h 使用单筒或双筒望远镜进行观察, 结合鸟类的形态、鸣声等进行确认, 手持式 GPS 记录经纬度及海拔等. 调查时只记录位于前方及样带两侧及向后飞越过样带的鸟类, 向前飞越过样带的个体则不记录.

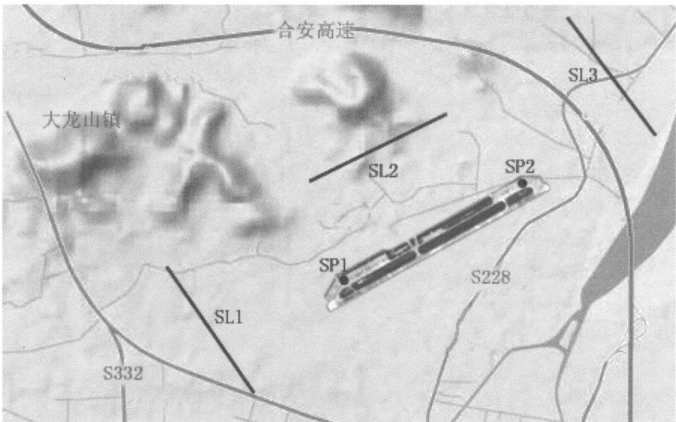


图 1 安庆天柱山机场鸟类调查样线与样点分布图

Fig.1 The transect lines and counting points for avian investigation in Anqing Tianzhushan airport

1.2.2 统计方法

样点调查时机场内鸟类活动频次按单位时间内 ( 每小时 ) 观察到鸟类数量进行统计. 物种多样性指数以 Shannon-W iener指数来计算:

$$H' = - \sum_{i=1}^s P_i \ln P_i$$

式中,  $H'$  为物种多样性指数;  $S$  为总的物种数;  $P_i$  为第  $i$  物种个体数与所有物种个体总数的比值<sup>[25]</sup>.

均匀性指数用 Pielou指数测度均匀度<sup>[25]</sup>:

$$J = H' / H'_{max}$$

式中,  $H'_{max}$  为最大多样性指数, 即  $\ln S$

统计用 Statistica 5.0软件包进行分析, 用 Kolmogorov-Smimov和 Bartlett检验分别检验数据的正态性和均质性, 用单因子方差分析 ( oneway ANOVA ) 和  $T$  检验比较不同样线及样点间鸟类活动特征的差异.

2 结果

2.1 安庆天柱山地区的鸟类区系组成

在 2008年 2月 ~ 2009年 2月间, 调查共记录到鸟类 102种, 隶属于 12个目, 29个科 (表 1). 从地理型来看, 广布种有 37种, 占总数的 36. 27%; 古北界种有 31种, 占总数的 30. 39%; 东洋界中有 34种, 占总数的 33. 33%. 从季节型来看, 有留鸟 38种, 占总数 37. 23%; 夏候鸟 28种, 占总数 27. 43%; 冬候鸟 25种, 占总数 24. 51%; 旅鸟 11种, 占总数 14. 39%. 在这些鸟类中, 属于国家重点保护鸟类 13种, 中日候鸟保护协定 35种, 中澳候鸟保护协定 10种. 其中, 有 12种仅见在机场范围内发现, 而另有 35种只在机场外被发现.

表 1 安庆天柱山机场鸟类组成一览  
Table 1 The composition of avian community in Anqing Tianzhushan airport

	中文名称	拉丁名	地理型	季节型	生境类型	国际协定保护	观察到活动地点	机场地区集群
	I 鸻鹬目	PROCELLARIIFORMES						
	I 鸻鹬科	Colymbidae						
1	小鸻鹬	Colymbus nigrifollis	广	留	S		内, 外	10~ 100
2	凤头鸻鹬	Podiceps cristatus	古	冬	S		外	10~ 100
	II 鹮形目	CICONIIFORMES						
	2 鹭科	Ardeidae						
3	苍鹭	Ardea cinerea rectirostris	广	冬	S L N		外	< 10
4	绿鹭	Bubulides striatus	广	夏	S L N	R	外	< 10
5	池鹭	Ardeola bacchus	东	夏	S L N		内, 外	10~ 100
6	牛背鹭	Bubulcus ibis	东	夏	S L N	A R	内, 外	10~ 100
7	大白鹭	Egretta modesta	广	旅	S L N	A R	内	10~ 100
8	白鹭	Egretta garzetta	东	夏	S L N		内, 外	10~ 100
9	夜鹭	Nycticorax nycticorax	广	夏	S L N	R	内, 外	10~ 100
10	黄苇莺	Ixobrychus sinensis	东	夏	S L N		内, 外	< 10
11	黑鹇	Dupetor flavicollis	东	夏	S L N		内, 外	< 10
	III 雁形目	ANSERIFORMES						
	3 鸭科	Anatidae						
12	绿头鸭	Anas platyrhynchos	广	冬	S	R	外	10~ 100
13	绿翅鸭	A. creca	广	冬	S	R	外	10~ 100
14	斑嘴鸭	A. poecilorhyncha	古	冬	S		外	10~ 100
	IV 隼形目	FALCONIFORMES						
	4 鹰科	Accipitridae						
15	[黑]鸢	Milvus korschun	广	留	L N C		内	< 10
16	白尾鹞	Circus cyaneus	古	冬	L N C	R	内	< 10
	5 隼科	Falconidae						
17	红隼	F. tinnunculus	古	冬	L N C		内, 外	< 10
	V 鸡形目	GALLIFORMES						

	中文名称	拉丁名	地理型	季节性	生境类型	国际协定保护	观察到活动地点	机场地区集群
	6雉科	Phasianidae						
18	鹌鹑	<i>Coturnix coturnix</i>	广	留	N C	R	内	< 10
19	雉鸡	<i>Phasianus colchicus</i>	广	留	N G L C		内, 外	< 10
	VI鹤形目	GRUIFORMES						
	7秧鸡科	Rallidae						
20	普通秧鸡	<i>Rallus aquaticus</i>	古	夏	S N			< 10
21	白胸苦恶鸟	<i>Amaurornis phoeniceus</i>	东	夏	S N		内	< 10
22	红脚苦恶鸟	<i>Amaurornis akool</i>	东	留	S N		内	< 10
23	黑水鸡	<i>Gallinula chloropus</i>	广	夏	S N	R	内, 外	10~ 100
	V II 鸻形目	Charadriiformes						
	8 鸻科	Jacaniidae						
24	水雉	<i>Hydrophasianus chirurgus</i>	东	夏	S N	A	内, 外	< 10
	9 鸻科	Charadriidae						
25	凤头麦鸡	<i>Vanellus vanellus</i>	广	冬	S	R	内, 外	10~ 100
26	灰头麦鸡	<i>Microsarcops cinereus</i>	广	夏	S N		内, 外	10~ 100
27	环颈鸻	<i>Charadrius alexandrinus</i>	广	留	S N		外	10~ 100
	10 鹬科	Scolopacidae						
28	青脚鹬	<i>Tringa nebularis</i>	古	旅	S	AR	外	< 10
29	白腰草鹬	<i>T. ochropus</i>	古	冬	S	R	内, 外	< 10
30	林鹬	<i>T. glareola</i>	广	旅	S	AR	外	< 10
31	鹤鹬	<i>T. erythropus</i>	广	旅	S	R	外	< 10
32	针尾沙锥	<i>Gallinago stenura</i>	广	旅	S	A	内, 外	10~ 100
	V III 鸥形目	LARIFORMES						
	11 鸥科	Laridae						
33	红嘴鸥	<i>Larus ridibundus</i>	广	冬	S		外	10~ 100
34	须浮鸥	<i>Chlidonias hybridus</i>	古	旅	S		内, 外	10~ 100
35	白额燕鸥	<i>Sterna albifrons</i>	广	夏	S	AR	外	10~ 100
	X 鸽形目	COLUMBIFORMES						
	12 鸠鸽科	Columbidae						
36	珠颈斑鸠	<i>Streptopelia chinensis</i>	东	留	N L C G		内, 外	10~ 100
37	山斑鸠	<i>S. orientalis</i>	广	留	N L C G		内, 外	10~ 100
38	火斑鸠	<i>Oenopopelia tranquebariae</i>	东	留	N L C G		内, 外	10~ 100
39	家鸽	<i>Columba livia</i>	广	留	N L C G		内, 外	10~ 100
	X 杜鹃目	CUCULIFORMES						
	13 杜鹃科	Cuculidae						
40	鹰鹃	<i>Cuculus parverius</i>	东	夏	L		外	< 10
41	四声杜鹃	<i>C. micropterus</i>	东	夏	L		内, 外	< 10
42	小鸦鹃	<i>Centropus toulou</i>	东	夏	L G		内, 外	< 10
	XI 佛法僧目	CORACIIFORMES						
	14 翠鸟科	Alcedinidae						
43	普通翠鸟	<i>Alcedo atthis</i>	广	留	S		内, 外	< 10
	15 戴胜科	Upupidae						
44	戴胜	<i>Upupa epops</i>	广	留	G N C S		内, 外	10~ 100
	XII 雀形目	PASSERIFORMES						
	16 百灵科	Alduidae						
45	小云雀	<i>Alda gulula</i>	东	留	C N		内, 外	> 100
46	云雀	<i>A. arvensis</i>	古	冬	C N		内, 外	> 100
	17 燕科	Hirundinidae						
47	家燕	<i>Hirundo rustica</i>	广	夏	N C J	AR	内, 外	> 100
48	金腰燕	<i>H. daurica</i>	古	夏	N C J	R	内, 外	> 100
	18 鸻科	Motacillidae						
49	白鸻	<i>Motacilla alba</i>	广	留	S C N	AR		10~ 100
50	黑背白鸻	<i>Motacilla lugens</i>	古	留			外	

	中文名称	拉丁名	地理型	季节型	生境类型	国际协定保护	观察到活动地点	机场地区集群
51	灰鹊鸂	<i>M otacilla cinerea</i>	古	旅	S C N	A	内	< 10
52	山鹊鸂	<i>Dendronanthus indicus</i>	古	夏	S C N	R	外	< 10
53	树鸂	<i>Anthus hogsoni</i>	古	冬	S C N	R	内, 外	10~ 100
54	理氏鸂	<i>A. richardi</i>	广	留	S C N		内, 外	10~ 100
55	水鸂	<i>A. spinoletta</i>	古	冬	S C N	R	外	10~ 100
	19 鸂科	Pycnonotidae						
56	领雀嘴鸂	<i>Spizixos sm itorques</i>	东	留	L N G J		内, 外	10~ 100
57	白头鸂	<i>Spizixos sm itorques</i>	东	留	L N G J		内, 外	10~ 100
	20 伯劳科	Laniidae						
58	红尾伯劳	<i>Lanius cristatus</i>	古	夏	G C	R	内, 外	< 10
59	棕背伯劳	<i>L. schach</i>	东	留	G C J		内, 外	
60	虎纹伯劳	<i>L. tigrinus</i>	东	夏	G C J	R	外	< 10
61	牛头伯劳	<i>L. bucephalus</i>	东	夏	G C J		外	< 10
62	楔尾伯劳	<i>Lanius phenocercus</i>	古	冬	G C J		外	< 10
	21 黄鹂科	Oriolidae						
63	黑枕黄鹂	<i>Oriolus chinensis</i>	东	夏	G L	R	外	< 10
	22 卷尾科	Dicnuriidae						
64	黑卷尾	<i>Dicnurus macrocerus</i>	东	夏	L G		内, 外	< 10
	23 椋鸟科	Sturnidae						
65	北椋鸟	<i>Sturnia sturnia</i>	广	旅	N G		内, 外	> 100
66	丝光椋鸟	<i>Sturnus sericeus</i>	东	旅	L G		内, 外	> 100
67	灰椋鸟	<i>S. cineraceus</i>	古	冬	L G S N C		内, 外	> 100
68	八哥	<i>Acridotheres cristatellus</i>	东	留	L G		内, 外	> 100
	24 鸦科	Corvidae						
69	灰喜鹊	<i>Cyanopica cyana</i>	古	留	L N G		内, 外	< 10
70	喜鹊	<i>Pica pica</i>	广	留	L N		内, 外	< 10
	25 鹎科	Muscicapidae						
	( 1 ) 鹎亚科	Turdinae						
71	鸂	<i>Copsychus saularis</i>	东	留	G		外	< 10
72	北红尾鸂	<i>Phoenicurus aureus</i>	古	冬	G	R	内, 外	< 10
73	乌鸂	<i>Turdus merula</i>	广	留	L N G J		内, 外	10~ 100
74	白腹鸂	<i>Turdus merula</i>	广	冬	L N G J	R	外	10~ 100
75	斑鸂	<i>Turdus sinomus</i>	古	冬	L N G J	R		10~ 100
76	乌灰鸂	<i>Turdus cardis</i>	东	夏	L N G J	R	内	< 10
	( 2 ) 画眉亚科	Timalinae						
77	棕头鸦雀	<i>Paradoxornis webbianus</i>	古	留	G		内, 外	10~ 100
78	画眉	<i>Garrulax canorus</i>	东	留	G		外	10~ 100
79	黑脸噪鹛	<i>G. perspicillatus</i>	东	留	L G		内, 外	10~ 100
	( 3 ) 莺亚科	Sylviinae						
80	黄腹树莺	<i>Cettia acanthizoides</i>	东	夏	L G		外	< 10
81	东方大苇莺	<i>Acrocephalus orientalis</i>	古	夏	N G		外	< 10
82	棕扇尾莺	<i>Cisticola juncidis</i>	东	留	N G		内, 外	> 100
	( 4 ) 鹎亚科	Muscicapinae						
83	黑喉石唧	<i>Saxicola torquata</i>	广	冬	N G	R	外	< 10
	26 山雀科	Paridae						
84	大山雀	<i>Parus major</i>	广	留	L G		内, 外	10~ 100
85	黄腹山雀	<i>Parus venustus</i>	广	留	L G		内	< 10
86	沼泽山雀	<i>Parus palustris</i>	古	留	L G		内	< 10
87	红头山雀	<i>Aegithalos concinnus</i>	东	留	L G		外	10~ 100
88	银喉山雀	<i>A. caudatus</i>	古	留	L G		外	10~ 100
	27 锈眼鸟科	Zosteropidae						
89	暗绿锈眼鸟	<i>Zosterops japonica</i>	东	夏	L G		内	10~ 100
	28 文鸟科	Phoenicidae						
90	树麻雀	<i>Passer montanus</i>	广	留	N C J G			> 100
91	山麻雀	<i>Passer rutilans</i>	古	留	N C J G	R	外	< 10
92	斑文鸟	<i>Lonchura punctulata</i>	东	留	N C J G		内, 外	10~ 100
93	白腰文鸟	<i>Lonchura striata</i>	东	留	N C J G		外	10~ 100

	中文名称	拉丁名	地理型	季节型	生境类型	国际协定保护	观察到活动地点	机场地区集群
	29 雀科	Frin fill idea						
94	燕雀	<i>Fringilla montifringilla</i>	东	冬	L N C J	R	内, 外	> 100
95	金翅雀	<i>Fringilla montifringilla</i>	广	留	L N C J		内, 外	> 100
96	黑尾蜡嘴雀	<i>Carduelis sinia</i>	广	旅	G	R	内, 外	> 100
97	黑头蜡嘴雀	<i>Eophona migratoria</i>	古	旅	G C		内, 外	> 100
98	三道眉草鹀	<i>Emberiza elegans</i>	广	冬	G C		内	< 10
99	灰头鹀	<i>E. cinioles</i>	古	冬	G C		内, 外	10~ 100
100	小鹀	<i>E. spodocephala</i>	古	冬	G C	R	内, 外	10~ 100
101	田鹀	<i>E. pusilla</i>	古	冬	G C	R	外	< 10
102	苇鹀	<i>E. pallasi</i>	古	冬	G C	R	内, 外	< 10

注: (1)在“地理型”一栏中,“古”为古北界,“东”为东洋界,“广”为广布种。(2)在“季节型”一栏中,“冬”为冬候鸟,“夏”-夏候鸟,“留”-留鸟,“旅”-旅鸟。(3)在“生境类型”一栏中,根据机场周围生境,拟分为林地、灌丛、农田、湿地和机场周边的空旷草地等生境,分别使用下列代号代替: L- 林地, G- 灌丛, N- 农田, S- 湿地 (包括水田), C- 机场周边空旷草地, J- 村庄。(4)国际保护协定一栏中, A- 指属中澳候鸟保护协定的保护种类, R- 指中日候鸟保护协定的保护种类。(5)在“观察到活动地点”一栏中,“内”表示在机场内可见种,“外”代表在机场外可见种。(6)在“机场地区集群”一栏数字表示按照鸟类常见的集群大小,分为 3 个等级: (1) < 10 (2) 10~ 100 (3) > 100.

2.2 机场鸟类群落的变化

(1) 鸟类物种组成变化及优势种

从图 2 可以看出,在调查期间,安庆天柱山机场地区鸟类的组成会发生较大变化,在春季观察到鸟类物种数要明显多于秋季观察到的鸟类物种数. 其中,在 6 月观察到的鸟类种类数最多,达 35 种;而 12 月份的物种数量最少,只有 24 种. 此外,在机场外观察到的鸟类物种数要多于在机场内观察到的数量,两者在  $\alpha = 0.05$  的水平上差异显著 ( $P = 0.0018$ ). 在机场内,东西侧 2 个样点在鸟种组成上差异不显著 ( $P = 0.704$ ). 在机场外,3 个样带上观察到的物种数量差异也不显著 ( $F_{2,36} = 2.226 P = 0.122$ ).

在物种组成上,安庆天柱山机场地区鸟类中多以留鸟为主,夏候鸟与冬候鸟亦有一定的数量. 在留鸟中,小型雀形目种类为优势种,其中数量最多的为树麻雀,此外椋鸟类 (丝光椋鸟、灰椋鸟、八哥)、鸠鸽类 (珠颈斑鸠、山斑鸠、家鸽等) 具有一定的数量. 在夏候鸟中,以鹭科鸟类为优势种,而冬候鸟中多在周边湖泊湿地越冬的游禽类为优势种.

(2) 鸟类活动频次变化

机场地区 2008 年 2 月至 2009 年 2 月鸟类活动的基本情况见图 3 可以看出,无论在机场内还是机场外,全年鸟类的活动具有 2 个高峰,第一个高峰是在 4~ 6 月份间,其中 5、6 月份鸟类活动相对较多;第二个高峰是在 9~ 11 月份间,其中 10~ 11 月间鸟类活动遇见较多.

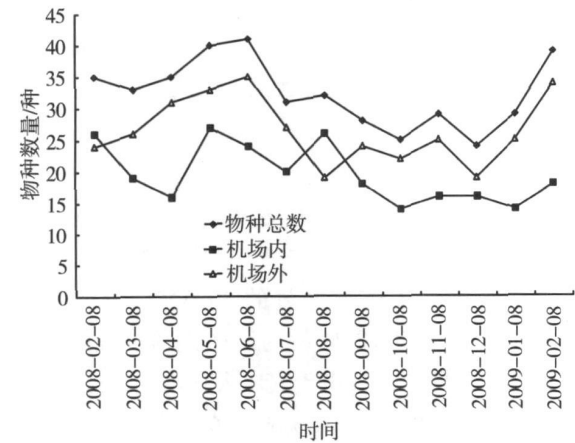


图 2 安庆天柱山机场地区鸟类物种数量季节性变化  
Fig.2 Seasonal dynamics of the avian species number in Anqing Tianzhushan airport

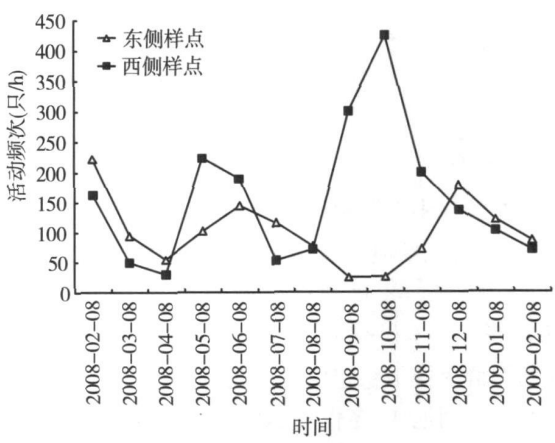


图 3 机场内鸟类活动的季节性变化情况  
Fig.3 Seasonal dynamics of the bird activities in Anqing Tianzhushan airport

在机场内,可以看出在秋季的 9~ 11 月间,机场西侧 SP1 样点的鸟类活动明显要高于东侧 SP2 样点,

而在其他时间基本一致. 在机场外, 2 月份在样线 SL2 活动的鸟类数量要明显高于其他 2 个样线, 而在春季 4~6 月份样线 SL1 的鸟类活动要多于 SL2 和 SL3(图 4).

(3) 鸟类生物多样性指数与均匀性指数变化

从表 2 可以看出, 安庆天柱山机场地区无论是机场内还是机场外, 其春季 (4~6 月份) 鸟类的多样性明显高于秋季 (9~11 月份) 与冬季 (12~2 月份). 在机场内, 鸟类生物多样性最高的是在 8 月份的 SP2 样点, 最低则是在 10 月份的 SP1 样点; 均匀性指数最高的是在 9 月份的 SP2 样点, 最低也是在 10 月份的 SP1 样点. 在机场外, 鸟类生物多样性最高的是 5 月份的 SL3 样线, 最低的则是在 2 月份的 SL3 样线; 均匀性指数最高的是在 5 月份的 SL3 样点, 最低则是在 2009 年 2 月份的 SL2 样点. 从统计结果来看, 机场内跑道东、西 2 个样点间的鸟类多样性与均匀性在  $\alpha = 0.05$  的水平上差异不显著 ( $P = 0.495$  0.414), 机场外 3 个样线间鸟类多样性与均匀性差异也不显著 ( $F_{2\ 36} = 1.092$   $P = 0.346$ ;  $F_{2\ 36} = 0.944$   $P = 0.398$ ).

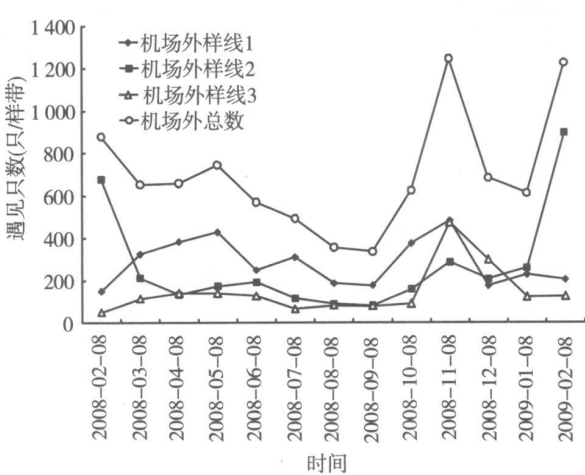


图 4 机场外鸟类活动的季节性变化情况

Fig.4 Seasonal dynamics of the bird activities near the Anqing Tianzhushan airport

表 2 安庆天柱山机场鸟类多样性与均匀性指数变化

Table 1 Analysis of avian diversity and evenness of Anqing Tianzhushan airport

时间	多样性指数					均匀性指数				
	SP1	SP2	SL1	SL2	SL3	SP1	SP2	SL1	SL2	SL3
Feb- 08	3.168	3.371	1.835	2.846	1.091	0.811	0.745	0.512	0.696	0.470
Mar- 08	3.261	2.432	2.032	2.191	2.908	0.835	0.732	0.534	0.611	0.744
Apr- 08	2.625	2.535	2.175	2.358	3.813	0.828	0.707	0.503	0.744	0.855
May- 08	3.794	3.316	3.243	2.972	3.889	0.878	0.829	0.750	0.803	0.933
Jun- 08	3.583	3.746	3.530	3.638	2.875	0.816	0.882	0.770	0.804	0.654
Jul- 08	2.552	3.376	3.232	3.060	1.934	0.768	0.826	0.736	0.749	0.645
Aug- 08	3.182	3.900	2.982	2.135	2.680	0.860	0.888	0.832	0.673	0.747
Sep- 08	1.948	2.955	3.604	2.680	2.423	0.543	0.890	0.834	0.747	0.700
Oct- 08	0.382	2.955	2.724	2.476	2.692	0.165	0.890	0.681	0.669	0.778
Nov- 08	2.802	2.719	3.341	2.224	1.754	0.757	0.858	0.773	0.569	0.755
Dec- 08	2.603	1.820	2.884	2.719	2.857	0.752	0.548	0.910	0.758	0.714
Jan- 09	2.803	2.030	3.123	2.183	3.257	0.782	0.723	0.799	0.631	0.814
Feb- 09	2.874	2.808	3.166	1.601	3.171	0.831	0.845	0.791	0.392	0.857

3 讨论

在长江中下游地区, 长沙黄花国际机场共发现鸟类 112 种, 其中留鸟 46 种, 夏候鸟 25 种, 冬候鸟 29 种, 分别占机场地区鸟类总数的 41.07%、22.32% 和 25.89%<sup>[15]</sup>. 在湖北老河口机场, 共发现有鸟类 121 种, 其中留鸟 48 种, 夏候鸟 30 种, 冬候鸟 33 种, 分别占机场地区鸟类总数的 39.34%、24.59% 和 27.05%<sup>[16]</sup>. 本研究中, 安庆天柱山机场地区所发现的 102 种鸟中, 有 37.23% 的为留鸟, 它们是组成该地区鸟类群落中最稳定的成份, 这与黄花机场和老河口机场的情况基本一致. 由于安庆天柱山机场位于长江下游的水网地区, 冬候鸟、夏候鸟两者种类之和占鸟类物种总数 51.96%, 其组成随季节变化, 是机场地区鸟类群落中周期变动的成份, 也是引起鸟类季相更替的主要因素. 因此, 在长江中下游地区机场的鸟击防范工作中, 首先要关注在本地区常年可见的留鸟, 特别是秋季集成群活动的鸟种. 在夏季要关注在机场周边地区繁殖的鸟类, 如鹭鸟等; 冬季则要关注在此地区越冬的冬候鸟, 如雁鸭类等种类.

在安庆天柱山机场, 无论在机场内还是机场外, 全年鸟类的活动均具有 2 个高峰, 这与机场地区鸟类的繁殖及迁徙行为有关. 机场地区的夏候鸟在繁殖后期, 随着幼鸟的离巢, 鸟类的遇见频次逐渐增加, 到

5 6月份达到第一个高峰。在秋季气温转凉以后,夏候鸟准备迁徙,灰椋鸟等留鸟也逐渐集群,此时观察到的鸟类活动频次逐渐增多,到 10~11 月份则达到高峰,这与其他机场(如长沙黄花机场)的研究结果基本一致<sup>[15]</sup>。因此,在安庆天柱山机场,每年的 5 6月份及 10 11 月份要特别注重鸟击防范工作的落实,加强对鸟类活动的观察,做到不间断驱鸟工作。

一般认为,迁徙鸟类春季速度快,秋季则较慢。在本研究中,安庆天柱山机场地区春季观察到鸟类种数要明显多于秋季观察到的鸟类种数,春季的鸟类生物多样性也高于秋季。这可能与该地区夏候鸟的种类较冬候鸟多,而旅鸟所占相对比例较少有关。

研究表明,在机场外观察到的鸟类物种数要显著多于在机场内观察到的数量,且有 12 种仅见在机场范围内发现,有 35 种只在机场外被发现。可见,机场内外的鸟类栖息地已具有明显差异,这种差异主要是栖息地生境变化所致。在安庆天柱山机场,机场内的生境相对比较简单,主要以草地生态系统为主,且草的高度全年控制在 30 cm 以下;而机场周边地区,具有农田、林地及湿地等多种生境。不同的栖息地环境,在不同的季节鸟类食物资源的种类组成及数量会有差异,进而对鸟类的种类组成、数量及其群落结构产生影响。

在机场鸟击防范工作中,应根据鸟类活动的实际情况,在跑道两端有选择有重点地进行防控。从表 2 可以看出,机场内鸟类生物多样性最高的在 8 月份的 SP2 最低是在 10 月份的 SP1 样点;均匀性指数最高的在 9 月份的 SP2 样点,最低是在 10 月份的 SP1 样点。在机场外,鸟类生物多样性和均匀性指数最高的均是在 5 月份的 SL3 样线,这与 SL3 样线经过的农田-湖泊湿地-居民点生境多样性程度较高有关。因此,在机场鸟击防范工作中,应该从生态综合防治出发,通过对这些重点区域栖息地的改造与管理,降低其多样性,从而减少鸟类在机场地区的活动,避免鸟击事件的发生。

致谢: 本研究得到了安庆天柱山机场保障部的大力支持。史文博、赵凯、候银续、刘彬、邵剑文等参加了部分野外调查工作,在此表示衷心的感谢!

### [参考文献]

- [1] Dolbeer R A, Wright S E. Wildlife strikes to civil aircraft in the United States 1990-2007 [C] // Bird Strike Committee Proceedings. Washington, DC: The Federal Aviation Administration National Wildlife Strike Database, 2008.
- [2] Cleary E C, Dolbeer R A, Wright S E. Wildlife strikes to civil aircraft in the United States 1990-2005 [C] // Bird Strike Committee Proceedings. Washington, DC: The Federal Aviation Administration National Wildlife Strike Database, 2008.
- [3] Richardson W J, West T. Serious birdstrike accidents to military aircraft updated list and summary [C] // International Bird Strike Committee. Amsterdam: IBSC 25 / WP SA 1, 2000.
- [4] Thome J. Fatalities and destroyed civil aircraft due to bird strikes 1912-2002. International Bird Strike Committee [C] // International Bird Strike Committee. Warsaw: IBSC 26 / WP- SA 1, 2003.
- [5] Allan J R, Orosz A P. The costs of bird strikes to commercial aviation [C] // Bird Strike Committee Proceedings. Calgary: Bird Strike Committee-USA/Canada Third Joint Annual Meeting. AB, 2001.
- [6] Allan J R. The costs of bird strikes and bird strike prevention [J]. Human Conflicts With Wildlife: Economic Considerations, 147-153.
- [7] Thome J, Surrey S. The implication of recent serious birdstrike accidents and multiple engine ingestions [C] // International Bird Strike Committee. Slovakia: IBSC 24 / WP 3, 1998.
- [8] Hanssen A G, Girard Y, Olovsson L, et al. A numerical model for bird strike of a laminar foam-based sandwich panels [J]. International Journal of Impact Engineering, 2006, 32: 1127-1144.
- [9] MacKinnon H B. IB. The need for a radar-based, operational bird warning system for civil aviation [C] // Bird Strike Committee Proceedings. Calgary: Bird Strike Committee- USA/Canada Third Joint Annual Meeting. AB, 2001.
- [10] Shortl J J, Kelley M E, Speer M R, et al. Birdstrike prevention: applying aero-science and bio-science [C] // International Bird Strike Committee. Amsterdam: BSC 25 / WP- RS 4, 2000.
- [11] Dolbeer R A, Wright S E. Safety management systems: how useful will the FAA National Wildlife Strike Database be? [J]. Human-Wildlife Conflicts, 2009, 3(2): 167-178.

(下转第 89 页)



- [ 10] 郭继平,马莺. 紫外诱变选育米曲霉高产蛋白酶菌株 [ J]. 微生物学通报, 2007, 34( 2): 246-250
- [ 11] 兰时乐,李立恒,王晶,等. 微波诱变结合化学诱变选育 纤维素酶高产菌的研究 [ J]. 微生物学杂志, 2007, 27( 1): 22-25
- [ 12] 屈二军,王晓涛,李文建,等. 一株高产纤维素酶的米曲霉菌种的选育 [ J]. 中国酿造, 2008, 14: 47-49.
- [ 13] 沈萍,范秀容. 微生物实验 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2000: 124-127
- [ 14] 陆文清,李德发,武玉波. 液态发酵饲用酶制剂的研究与生产 [ J]. 饲料研究, 2000, 11: 1-4
- [ 15] 李秀婷,赵进,鲁绯,等. 米曲霉固态发酵产酶条件及酶活力研究 [ J]. 中国酿造, 2009, 2: 26-28
- [ 16] 兰时乐,李立恒,王晶,等. 微波诱变结合化学诱变选育 纤维素酶高产菌的研究 [ J]. 微生物学杂志, 2007, 27( 1): 22-25
- [ 17] 周建琴. 植酸酶产生菌的选育及产酶条件的初步研究 [ J]. 广州食品工业科技, 2004, 20( 4): 41-42
- [ 18] 李春喜,姜丽娜,邵云. 生物统计学 [M]. 北京: 科学出版社, 2005: 334
- [ 19] 王金华,李睿,邱雁临. 原生质体诱变提高米曲霉产纤维素酶活力的研究 [ J]. 湖北农业科学, 2006( 2): 123-125
- [ 20] 杨平平,许正宏,王艳,等. 植酸酶菌种筛选方法的研究 [ J]. 工业微生物, 2004, 34( 3): 12-15
- [ 21] 石星明,倪宏波,王冰,等. 产植酸酶的黑曲霉菌株的筛选与诱变 [ J]. 黑龙江八一农垦大学学报, 2004, 16( 3): 69-73

[责任编辑: 孙德泉]

(上接第 77页)

- [ 12] Allan J R, Orosz A, Badhan A, et al. The development of birdstrike risk assessment procedures, their use on airports and the potential benefits to the aviation industry [ C]. International Bird Strike Committee Warsaw: IBSC26/WP - OS7, 2003
- [ 13] 赵凯,陈建琴,张晨岭,等. 奔牛机场植被现状调查及鸟类适宜指数评估 [ J]. 南京师大学报: 自然科学版, 2009, 32( 4): 83-88
- [ 14] 李晓娟,周材权,胡锦鑫,等. 南充高坪机场土壤及草丛动物群落特征和鸟类的关系 [ J]. 生态学报, 2009, 29( 2): 706-713
- [ 15] 赵云龙,唐思贤,王群,等. 上海虹桥机场土壤及草丛动物群落特征和鸟类关系研究 [ J]. 生态学报, 2004, 24( 6): 1219-1224
- [ 16] Mecislovas Zalakevicius. Global climate change, bird migration and bird strike problems[ C]. International Bird Strike Committee Amsterdam: IBSC25/WP-RS10, 2000
- [ 17] 朱世杰,常弘. 广东佛山机场鸟类群落生态及鸟撞预防的研究 [ J]. 应用与环境生物学报, 2005, 11( 5): 180-183
- [ 18] 张志强,杨道德,胡毛旺,等. 长沙黄花国际机场鸟类群落物种多样性分析 [ J]. 动物学杂志, 2007, 42( 1): 112-120
- [ 19] 吴少斌,吴法清,刘家武,等. 湖北老河口机场鸟类区系的初步研究 [ J]. 华中师范大学学报: 自然科学版, 2004, 38( 3): 362-366
- [ 20] 闫啸,付令. 空管中的鸟击防治系统策略分析 [ J]. 中国科技成果, 2006( 21): 44-45
- [ 21] Sutherland W J. 生态学调查方法手册 [M]. 北京: 科学技术文献出版社, 1997
- [ 22] 郑作新. 中国鸟类种与亚种分类名录大全 [M]. 北京: 科学出版社, 1994
- [ 23] 郑作新. 中国鸟类系统检索 [M]. 3版. 北京: 科学出版社, 2002
- [ 24] MacKinnon J, Phillipps K, He F Q. A Field Guide to the Birds of China[M]. Changsha Hunan Education Press, 2000
- [ 25] 孙儒泳. 动物生态学原理 [M]. 3版. 北京: 北京师范大学出版社, 2001

[责任编辑: 顾晓天]